



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 44 02 184 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 02 K 7/18**  
H 02 K 21/00  
F 03 D 9/00

②1 Aktenzeichen: P 44 02 184.4  
②2 Anmeldetag: 26. 1. 94  
④3 Offenlegungstag: 3. 8. 95

DE 44 02 184 A 1

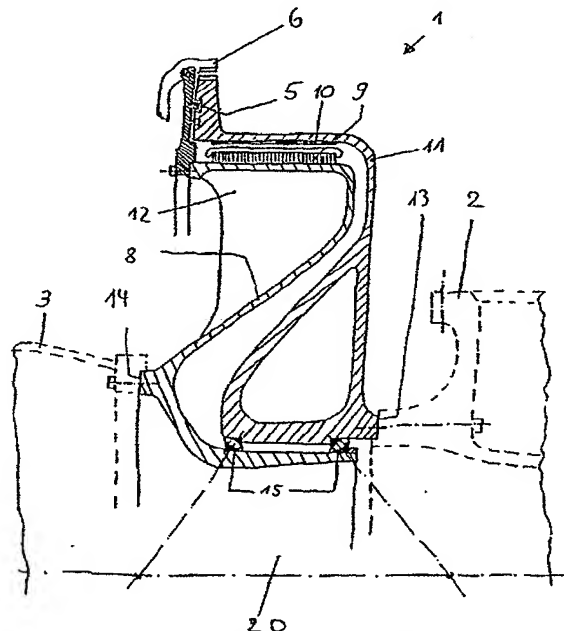
⑦1 Anmelder:  
Klinger, Friedrich, Prof. Dr.-Ing., 66117 Saarbrücken,  
DE  
⑦4 Vertreter:  
Köster, H., Dipl.-Ing.; Hanke, H., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 80802 München

⑦2 Erfinder:  
Klinger, Friedrich, Prof. Dr.-Ing., 66117 Saarbrücken,  
DE; Schneider, Thomas, Dipl.-Ing. (FH), 66386 St  
Ingbert, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vielpol-Synchrongenerator für getriebelose Horizontalachsen-Windkraftanlagen mit Nennleistungen bis zu mehreren Megawatt

⑤7 Bei bekannten getriebelosen Windkraftanlagen der gattungsgemäßen Bauart und Größenordnung bildet der Generator keine in sich geschlossene Baugruppe, d. h. Läufer und Rotor des Generators werden an unterschiedlichen Komponenten der Windkraftanlage befestigt. Der Generator stellt bei dieser Bauweise eine für die Belange der Windkraftanlage ausgelegte Spezialanfertigung dar. Erfindungsgemäß wird ein Vielpol-Synchrongenerator (1) für getriebelose Horizontalachsen-Windkraftanlagen in Form einer einzigen Baugruppe, bestehend im wesentlichen aus zwei tragenden Teilen, Stator (8) und Rotor (11), vorgeschlagen, die über eine fliegende Lagerung (15) miteinander verbunden sind. Zur Integration in eine Windkraftanlage dienen Anschlußflansche (13) zur Nabe und (14) zum Turmkopf. Aufgrund der Bauausführung kann auf eine zusätzliche Lagerung der Nabe mit den Rotorblättern verzichtet werden. Die Bauart ermöglicht es Generatorherstellern, einen Vielpol-Generator als abgeschlossene und getestete Baugruppe für eine Montage vor Ort einer Windkraftanlage zu liefern.



DE 44 02 184 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 031/49

7/29

Die Erfindung betrifft einen Vielpol-Synchrongenerator für getriebelose Horizontalachsen-Windkraftanlagen der im Patentanspruch 1 angegebenen Art mit Nennleistungen bis zu mehreren Megawatt.

Stand der Technik sind Konzepte für getriebelose Windkraftanlagen mit permanentmagneterregtem Synchrongenerator, wie sie in Vortrag L4 der "European Community Wind Energy Conference" 1993 in Travemünde mit dem Titel "Multipole, permanent magnet generator studies and planed prototypes" oder in der Fachzeitschrift Windenergie Aktuell, Heft 7/1992 in dem Bericht "Konzepte für getriebelose WKA" vorgestellt wurden. Ausgeführt ist in der obengenannten Leistungsklasse und Bauart bisher eine Anlage mit Synchrongenerator und Erregerwicklung der Firma ENERCON, siehe Produktbeschreibung zur ENERCON E40, mit einer Nennleistung von 500 kW.

Die heute existierenden Anlagen und Konzepte haben folgende Nachteile: So sind die Generatoren entweder in herkömmlicher Bauweise mit mehrfach geteiltem Gehäuse ausgeführt, wobei der Rotor meist auf einer durch Umlaufbiegung belasteten Welle sitzt, was für die Einhaltung des Luftspaltes ein zusätzliches Problem darstellt, oder der Generator ist einfach geteilt in Stator und Rotor, wobei jedes dieser Teile unterschiedlichen Baugruppen der Windkraftanlage zugeordnet ist. Insbesondere ist der Rotor an der Nabe der Windkraftanlage und der Stator an den Turmkopf bzw. die Achse der Windkraftanlage angeflanscht. In der zuletzt genannten Bauform kann der Generator nur bei einer bestimmten Windkraftanlage in einer Sonderanfertigung verwendet werden.

Die bekannte Situation ist aus der Sicht der Generatorhersteller und der Hersteller der Windkraftanlagen in mehrfacher Hinsicht unbefriedigend. So kann ein bekannter Generator der vorgenannten, letztgenannten Bauweise nicht fertig montiert und funktionsgeprüft ausgeliefert werden. Der Generatorhersteller muß Einfluß nehmen auf die Konstruktion des Windkraftanlagenherstellers, da die Einhaltung des Luftspaltes unbedingt gewährleistet sein muß. Der Generator muß schließlich in seiner Bauform an die von jedem Windkraftanlagenhersteller gewünschte Einbausituation angepaßt werden. Bei den zu erwartenden relativ geringen Stückzahlen ist diese Bauart für einen Generatorhersteller unwirtschaftlich.

Aufbauend auf dem vorgenannten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, einen Vielpol-Synchrongenerator der eingangs genannten Art zu schaffen, der sehr einfach aufgebaut und zuverlässig im Betrieb ist und insbesondere in unterschiedlich konzipierte Windkraftanlagen problemlos eingebaut werden kann.

Gelöst wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale.

Vorteilhaft weitergebildet wird der Erfindungsgegenstand durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 6.

Wesen der Erfindung ist die Zusammenfassung der bisher getrennten Komponenten Generator und Nabenlagerung zu einer einzigen Baugruppe, die im Gegensatz zu herkömmlichen Generatorkonzepten vorzugsweise aus lediglich zwei tragenden Bauteilen besteht. Die Anordnung ermöglicht den Einbau der Generator-Baugruppe in unterschiedliche Anlagenkonzepte, z. B. in Anlagen mit Blattverstellung (Pitch-geregt) und Anlagen mit Leistungsbegrenzung durch Strö-

mungsabriß (Stall-geregt). Die Baugruppe stellt somit keine anlagenspezifische Sonderbauform dar und kann von verschiedenen Herstellern von Windkraftanlagen als Zukaufteil geordert werden.

Aufgrund der Bauausführung kann auf eine zusätzliche Lagerung der Nabe mit den Rotorblättern verzichtet werden.

Die Generator-Baugruppe weist vorzugsweise integrierte wichtige Baukomponenten auf wie Kühlung, Generatorabdichtung, Bremse und/oder Feststellvorrichtung, Klemmenkasten sowie Schnittstellen zur Signalübertragung und Lagerschmierung.

Insbesondere durch die O-Anordnung der Lagerung mit kleinem Lagerabstand und verformungssteifem Stator und Rotor wird die Einhaltung des Generatorluftspaltes unter allen Belastungszuständen gewährleistet.

Der Synchrongenerator besitzt vorzugsweise einen zentralen Durchgang, so daß die Nabe vom Innern des Turmkopfs aus im eingebauten Zustand des Generators in einer Windkraftanlage zugänglich ist.

Zur Integration in eine Windkraftanlage sind insbesondere Anschlußflansche zur Nabe und zum Turmkopf der Windkraftanlage vorgesehen, die eine problemlose, einfache und sichere Montage an einer Windkraftanlage vor Ort ermöglichen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung mit Bezug auf den derzeitigen Stand der Technik näher beschrieben, es zeigen

Fig. 1 einen Vielpol-Synchrongenerator in eingebautem Zustand in einer Windkraftanlage in einem schematischen Vertikalschnitt,

Fig. 2 einen Halbschnitt durch die Generatorbaugruppe gemäß Fig. 1 in größerer Einzelheit,

Fig. 3 eine Variante der Generatorbaugruppe ähnlich Fig. 2, und

Fig. 4 eine Ausführungsweise nach dem Stand der Technik, bei der der Generator einfach in Stator und Rotor geteilt ist, wobei jedes dieser Teile unterschiedlichen Baugruppen der Windkraftanlage zugeordnet ist und der Generator in dieser Ausführungsvariante keine eigene Lagerung besitzt.

In Fig. 1 ist in einem schematischen Halbschnitt ein Vielpol-Synchrongenerator 1 im eingebauten Zustand einer getriebelosen Horizontalachsen-Windkraftanlage gezeigt, wobei in Fig. 2 die Einzelheit der Generatorbaugruppe in einem Halbschnitt besonders herausgestellt ist.

Es handelt sich dabei um einen permanentenregten Synchrongenerator mit hoher Polzahl in einer Ausführung als Außenläufer. An den Rotor 11 des Generators ist die Nabe 2 angeflanscht. Der Generator ist über den Anschlußflansch 14 mit dem Turmkopf 3 der Windkraftanlage verbunden. Der Turmkopf 3 ist seinerseits auf dem Turm 4 der Windkraftanlage drehbar gelagert.

Der Vielpol-Synchrongenerator 1 besitzt einen verformungssteif ausgebildeten Stator 8 und einen verformungssteif ausgebildeten Rotor 11, die ihrerseits über eine fliegende Lagerung 15 innerhalb des Generators miteinander verbunden sind, die sowohl die Drehbewegung des Rotors abstützt als auch zur Aufnahme extern eingeleiteter Kräfte und Momente dient und dadurch eine zusätzliche Lagerung der Nabe mit den Rotorblättern überflüssig macht. Die Konstruktion, besonders die der Lagerung, ist so ausgelegt, daß der Vielpol-Synchrongenerator als Baueinheit oder Verbindungselement zwischen Turmkopf 3 und Nabe 2 problemlos vor Ort einer Windkraftanlage integriert werden kann. Im

Betrieb werden alle vom Wind über die Rotorblätter in die Nabe eingeleiteten Kräfte und Momente aufgenommen und in den Turmkopf 3 weitergeleitet.

Wie insbesondere aus Fig. 2 zu entnehmen ist, ist der Rotor 11 mit Permanentmagneten 10 bestückt. Die Dreiphasenwicklung mit Blechpaketen 9 sitzt auf dem Stator 8. Die fliegende Lagerung 15 zwischen Rotor und Stator ist hier durch zwei räumlich getrennte Kegellager in O-Anordnung ausgeführt. Die Ausführung der Lagerung 15 in O-Anordnung mit kleinem Lagerabstand verhindert große Durchbiegungen bei großer Steifigkeit, was die Einhaltung des Luftspaltes unter höchsten Beanspruchungen ermöglicht.

In Fig. 3 ist die Lagerung 15 als einteiliges Lager ausgeführt, wobei in dieser Darstellung auch ein Klemmenkasten 7 angedeutet ist, welcher in den Vielpol-Synchrongenerator 1 integriert ist.

Die Baugruppe des Vielpol-Synchrongenerators 1 besteht im wesentlichen aus zwei tragenden Teilen, dem Rotor 8 und dem Rotor 11, und es sind in die Baugruppe Kühlung 12, Generatorabdichtung 5, Bremse und/oder Feststellvorrichtung 6, sowie vorgenannte Klemmenkasten 7 und auch Schnittstellen zur Signalübertragung und Lagerschmierung integriert.

Der Vielpol-Synchrongenerator weist einen zentralen Durchgang 20 mit einem vergleichsweise großen Durchmesser auf. Die Ausführung des Stators 8 mit großem Innendurchmesser läßt eine Wartung von Nabe 2, Rotorblättern 15 und eventuell in die Nabe 2 integrierte Blattverstelleinrichtungen und Meßvorrichtung vom Innern des Turmkopfes 3 aus zu.

Durch die ungeteilte Ausführung von Stator 8 und Rotor 11 ist gegenüber herkömmlichen elektrischen Generatoren ein vereinfachter Zusammenbau gewährleistet.

Da die gesamte Windkraftanlage im mechanischen Antriebsstrang nur noch eine Lagerung besitzt, scheiden Fluchtungsfehler aus, wie sie bei Anlagen herkömmlicher Bauart auftreten.

Der Einbau der Baugruppe in eine Windkraftanlage wird insbesondere durch die zwei klar definierten Anschlußflansche 13 und 14 zur Nabe 2 bzw. zum Turmkopf 3 erleichtert.

Ersichtlich ermöglicht die Erfindung es Generatorherstellern, einen Vielpol-Synchrongenerator — permanentmagneterregt oder fremderregt — als abgeschlossene und getestete Baugruppe für eine Montage einer Windkraftanlage zu liefern. Die Windkraftanlage kann grundsätzlich unterschiedlich konzipiert sein, sofern die Anschlußflansche 13 und 14 klar definiert sind.

- Kühlung des Generators (12),
- Abdichtung des Generators und der Nabe (5),
- Bremse/Feststellvorrichtung (6),
- Klemmenkasten (7)
- Schnittstellen für Signalübertragung, und
- Lagerschmierung in den Generator (1) integriert ist/sind.

4. Vielpol-Synchrongenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Stator (8) und Rotor (11) verformungssteif ausgebildet sind und die Lagerung (15) zwischen Stator (8) und Rotor (11) in O-Anordnung mit kleinem Lagerabstand ausgeführt ist.

5. Vielpol-Synchrongenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein zentraler Generator-Durchgang (20) vorgesehen und die Nabe (2) vom Innern des Turmkopfes (3) der Windkraftanlage aus zugänglich ist.

6. Vielpol-Synchrongenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (8) über einen Flansch (14) mit dem Turmkopf (3) und der Rotor (11) über einen Flansch (13) mit der Nabe (2) verbunden sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vielpol-Synchrongenerator für getriebelose Horizontalachsenwindkraftanlagen, als Innen- oder Außenläufer, mit einem Stator (8) und einem Rotor (11), dadurch gekennzeichnet, daß Stator (8) und Rotor (11) über eine fliegende, sowohl die Drehbewegung des Rotors abstützende als auch extern eingeleitete Kräfte und Momente aufnehmende Lagerung (15) innerhalb des Generators (1) miteinander verbunden sind.
2. Vielpol-Synchrongenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator (1) aus nur zwei tragenden Teilen besteht.
3. Vielpol-Synchrongenerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der nachfolgenden Komponenten wie

- Leerseite -

